

РОСТ И ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ДРАЖНЫХ ОТВАЛОВ

М.В. Ермакова

ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», Россия, 620144, г. Екатеринбург,
ул. 8 Марта, 202а

M58_07E@mail.ru

Рассмотрены 12-летние культуры сосны обыкновенной, созданные посадкой по бороздам на дражных отвалах, вырубке-гари, участках типа леса сосняк с темнохвойным мшисто-черничниковым ярусом. Определена приживаемость высаженных растений и их относительная высота. На дражных отвалах выявлен значительный отпад деревьев, обусловивший большую разреженность рядов культур, что способствовало усиленному росту деревьев всех классов роста по толщине ствола. Определено естественное возобновление древесных пород: на дражных отвалах — 1,2, на вырубке-гари — 1,1 тыс. экз. на 1 га. Установлен состав естественного возобновления: на дражных отвалах — только хвойные виды, на вырубке-гари — лиственные и хвойные виды. Рассчитано проективное покрытие живого напочвенного покрова: на дражных отвалах — 40...50 %, на вырубке-гари достигало — до 100 %. Рекомендуется проведение предварительной рекультивации в целях улучшения физико-механических свойств почвогрунта.

Ключевые слова: дражные отвалы, сосна обыкновенная, лесные культуры

Ссылка для цитирования: Ермакова М.В. Рост и формирование культур сосны при рекультивации дражных отвалов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 6. С. 33–40.
DOI: 10.18698/2542-1468-2022-6-33-40

Государственная стратегическая цель в области экологии определяет сохранение и восстановление биологических систем и их биологического разнообразия как важнейшую задачу на ближайшую перспективу [1].

Восстановление древесной растительности на техногенно нарушенных землях определяется в первую очередь почвенно-гидрологическими условиями района проведения работ, особенностями состояния территории, породным составом окружающих насаждений как источника обсеменения и в определенной степени удаленностью и доступностью участков, подлежащих восстановлению [2].

Специфическими техногенно нарушенными объектами, изучению которых уделяется большое внимание, являются дражные отвалы, появившиеся в результате работы драг на местах дислокации россыпных золотоносных месторождений [3, 4]

При работе драги в силу особенностей технологии, происходит прежде всего снятие верхнего слоя земли и последующий размыв затопленной поверхности вне границ россыпи. Использование дражного способа разработки вызывает появление большого объема хвостов промывки, укладываемых в эффельные отвалы, на которые ложатся отвалы крупной фракции (галечные). При использовании дражного способа разработки существенно нарушается природная среда, уничтожаются почвенные горизонты, возникает риск

появления эрозионных процессов и загрязнения прилегающего водного объекта. Это крайне опасно для территорий с холмистым или гористым рельефом, поскольку процессы эрозии могут привести к смыву практически всего почвогрунта в расположенные ниже по склону водоемы [5].

Как показывают имеющиеся литературные данные, процессы естественного зарастания древесной и травянистой растительностью дражных отвалов занимают длительное время [3, 4, 6–8]. При этом в течение первых 10 лет возобновление как травянистой, так и древесной растительности довольно незначительно. Из древесной растительности вначале возобновляются лиственные породы, что впоследствии может крайне затруднить возобновление таких светолюбивых древесных пород, как сосна обыкновенная.

Возможным решением вопроса может быть проведение лесовосстановительных мероприятий в целях возобновления древесной растительности, обеспечивающей противозерозионную защиту. Одним из способов, восстанавливающих древесную растительность, является создание лесных культур, в частности, хозяйственно ценных хвойных древесных видов.

При решении вопросов искусственного восстановления древесной растительности на дражных отвалах прежде всего возникают вопросы технологического характера: подготовка территории; подбор древесных пород; способы и методы проведения лесовосстановительных работ [9–11].

Однако, на наш взгляд, до сих пор недостаточно сведений об особенностях формирования структурно-функциональной организации молодых древесных видов в условиях специфики почвогрунтов дражных отвалов.

Цель работы

Цель работы — изучение сравнительных характеристик 12-летних производственных лесных культур сосны, созданных на дражных отвалах и вырубке-гари в условиях южной тайги Средне-Уральского лесорастительного района.

Материалы и методы

Исследования проводились на площадях произрастания 12-летних производственных лесных культур сосны на территории Тагильско-Свердловского Зауральского предгорного (по условиям лесовосстановления) лесохозяйственного района [12] Средне-Уральского лесорастительного района в пределах р. Большой Шишим в 8 км севернее д. Починок муниципального образования (МО) «Новоуральский городской округ» (57°08'17" с. ш., 59°55'16" в. д.).

Климат района проведения исследований — умеренно континентальный, с избыточным увлажнением и недостатком тепла [13]. Для него характерна продолжительная, многоснежная зима с частыми метелями. Больше всего осадков выпадает в летний период (около 45 % годовой суммы) и значительно меньше в зимний (26 % годовой суммы). Высота снежного покрова в пределах района исследований на открытой площади составляет в среднем 40...60 см.

На территории района исследований [14] на пологих склонах преобладают дерново-подзолистые суглинистые (иногда и тяжелосуглинистые) почвы, сформировавшиеся на продуктах выветривания горных пород, часто маломощные, глубиной не более 50 см.

Рельеф местности представляет собой холмисто-увалистые предгорья с высотой в среднем 250...400 м, переходящие постепенно в холмисто-волнистую повышенную равнину Зауралья [15]. Хорошо развита речная сеть, реки имеют медленное течение с перемыванием аллювиальных отложений.

Территория представляет собой типичный лесной район, на который оказала интенсивное воздействие хозяйственная деятельность, значительно снизив ее лесистость. Тем не менее здесь преобладают сосновые леса, преимущественно зеленомошных и травяных типов, а также производные от них березняки.

Для проведения исследований были заложены две пробные площади (ПП): ПП1 — лесные культуры сосны с размещением 0,5×2,3 м (общее

количество высаженных семян 8,7 тыс. шт./га), созданные на выровненных бульдозером дражных отвалах; ПП2 — лесные культуры сосны, созданные на вырубке-гари, с размещением 0,5×3,5 м (общее количество высаженных семян 5,7 тыс. шт./га). Создание культур на обоих ПП происходило в одно и то же время и осуществлялось посадкой 2-летних семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Размещение борозд ориентировано поперек склона. Посадка семян осуществлялась вручную в борозды, созданные плугом ПКЛ-70.

Согласно принятой региональной классификации [16] обе ПП приурочены к условиям типа леса сосняк с темнохвойным ярусом мшисто-черничниковым (С-Тх мш. чер.), с дерново-подзолистыми суглинистыми оглеенными на водоупоре из плотных пород почвами.

Изучение состояния лесных культур, их биометрических характеристик, а также определение показателей проективного покрытия живого напочвенного покрова проводили в соответствии с общепринятыми методиками [17–20]. На каждой ПП учитывали все деревья для установления показателя приживаемости. Для определения биометрических характеристик и распределения по классам роста измеряли не менее 100 деревьев на каждой ПП.

Оценку рангового положения деревьев в древостое и распределение деревьев сосны на ПП по ранговым классам высоты осуществляли с использованием конкретных ранговых коэффициентов [21, 22]. На основе амплитуды редуцированных чисел определяли шаг и границы классов.

Ранговые коэффициенты (редукционные числа) рассчитывали по формуле

$$R_{cp} = M_{it} / M_{cp,t}$$

где R_{cp} — ранговый коэффициент по отношению к среднему;

M_{it} — размеры i -го дерева в момент t ;

$M_{cp,t}$ — размеры среднего дерева в популяции в момент t .

Уровень изменчивости показателей определяли по значениям полученных коэффициентов вариации в соответствии со шкалой, разработанной С.А. Мамаевым [23].

Сравнение средних показателей проводили с помощью t -критерия Стьюдента.

Анализ, обработка и оформление материалов были проведены с помощью пакета программ Microsoft Office.

Результаты и обсуждение

Как показал анализ полученных данных (табл. 1), культуры, созданные на дражных отвалах на 12-й год после посадки, имели значительно

**Приживаемость и средние биометрические показатели
лесных культур на пробных площадях**

Survival rate and average biometric indicators of forest cults on the SP

Номер пробной площади	Приживаемость на момент учета, %	Количество сохранившихся экземпляров, тыс. шт./га	Биометрические характеристики				
			показатель	$M \pm m$	$V, \%$	As	Ex
ПП1 (дражные отвалы)	36,7	3,19	$D_{0,5H}, \text{ см}$	$4,7 \pm 0,15$	31,12	0,634	0,401
			$H_{\text{ств.}}, \text{ см}$	$382,6 \pm 8,23$	21,72	-0,289	-0,613
			$H_{\text{ств.}}/D_{0,5H}$	$81,4 \pm 1,31$	16,37	0,518	0,430
ПП2 (вырубка-гарь)	60,0	3,42	$D_{0,5H}, \text{ см}$	$4,4 \pm 0,11$	25,98	0,075	-0,401
			$H_{\text{ств.}}, \text{ см}$	$390,4 \pm 7,20$	17,98	-0,291	-0,430
			$H_{\text{ств.}}/D_{0,5H}$	$88,7 \pm 1,34$	14,03	0,451	0,087

Примечание. $D_{0,5H}$ — диаметр на середине высоты; $H_{\text{ств.}}$ — высота ствола; M — среднее; m — ошибка среднего; V — коэффициент вариации; As — асимметрия (ошибка асимметрии для ПП1 — 0,2414, для ПП2 — 0,2379; Ex — эксцесс (ошибка асимметрии для ПП1 — 0,4873, для ПП2 — 0,4716).

более низкую приживаемость, чем культуры на вырубке-гаре. Вследствие этого, хотя на дражных отвалах было высажено в 1,7 раза больше семян, в 12-летнем возрасте культуры на ПП1 и ПП2 почти сравнялись по количеству деревьев. При этом следует отметить, что у более чем 25 % деревьев на ПП1 (дражные отвалы) наблюдалось пожелтение хвои в нижней части кроны и ствола (рис. 1), что свидетельствует прежде всего о неблагоприятных почвенных условиях произрастания — об уплотнении почв и их повышенном увлажнении [24–26].

Не установлено достоверных различий между средними биометрическими показателями культур сосны на ПП1 и ПП2 по величине диаметра ствола на середине высоты, а также по высоте ствола ($t_{\text{факт}} = 1,43 \dots 1,86 < t_{\text{табл.}}$ при $p \leq 0,05$). Однако по величине относительной высоты, которую принято считать показателем напряженности роста [27], культуры сосны на ПП2 (вырубка-гарь) достоверно превосходили культуры на дражных отвалах ($t_{\text{факт}} = 3,38 > t_{\text{табл.}}$ при $p \leq 0,05$), что связано, по всей видимости, с более интенсивным отпадом деревьев и разреживанием древостоя, где деревья более интенсивно росли по толщине ствола.

Распределение по величине основных биометрических показателей как на ПП1, так и на ПП2, согласно показателям асимметрии и эксцесса (с учетом ошибки), было близким к нормальному. Уровень изменчивости по диаметру ствола на середине высоты на обеих ПП характеризовался как повышенный, а остальных показателей — как средний [23].

Как видно из рис. 2, распределение по ранговым классам высоты на ПП1 и ПП2 несколько различалось, хотя и не существенно. На ПП1 доля наиболее крупных деревьев (I класс) была почти

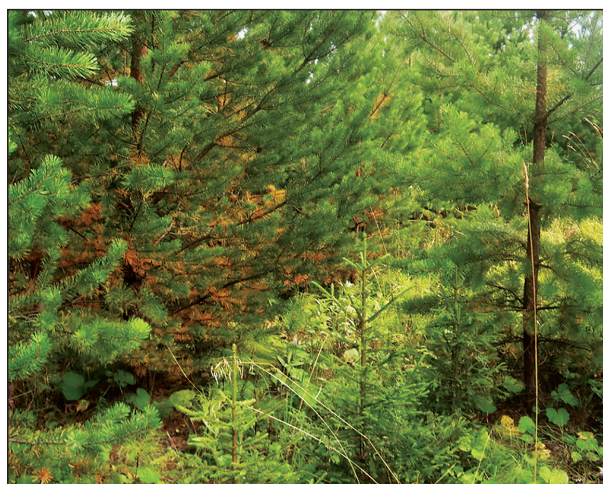


Рис. 1. Пожелтение хвои у деревьев сосны на ПП1 (дражные отвалы)

Fig. 1. Yellowing of needles near pine trees at SP1 (sewage sludge)

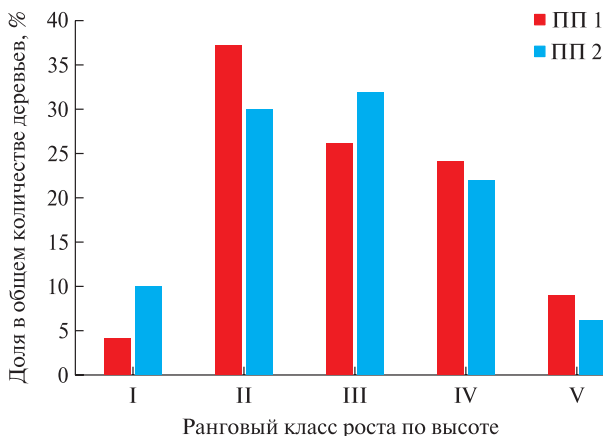


Рис. 2. Распределение деревьев на пробных площадях по ранговым классам высоты

Fig. 2. Distribution of trees at the SP by rank height classes

в 2 раза меньше, чем на ПП2 (вырубка-гарь). В то же время доля деревьев II класса на ПП1 оказалась на 7 % больше, чем доля таких деревьев на ПП2. Тем не менее в сумме доля деревьев I и II классов на обеих ПП оказалась практически одинаковой.

На ПП2 доля деревьев III класса роста (средние по высоте деревья) оказалась несколько выше (на 6 %), чем на ПП1. В свою очередь доля наиболее отстающих в росте деревьев IV и V классов была несколько больше на ПП1, чем на ПП2.

Следует отметить, что установленные различия в распределении деревьев по классам роста между культурами на ПП1 и на ПП2 не носили принципиального характера.

Сравнение биометрических параметров деревьев I и II ранговых классов роста (табл. 2) показывает, что деревья на ПП1 значительно ($t_{\text{факт}} = 4,12 \dots 6,52 > t_{\text{табл}}$ при $p \leq 0,05$) превосходят по диаметру ствола на середине его высоты деревья на ПП2. Между деревьями III–V ранговых классов высоты не выявлено значительных различий по диаметру ствола на середине его высоты.

Между величиной высоты деревьев по классам роста практически не установлено достоверных различий ($t_{\text{факт}} = 1,58 \dots 1,73 < t_{\text{табл}}$ при $p \leq 0,05$) между деревьями как на ПП1, так и на ПП2.

Сравнение величины относительной высоты показало, что у деревьев на ПП1 всех ранговых классов этот параметр оказался значительно ($t_{\text{факт}} = 3,89 \dots 5,28 > t_{\text{табл}}$ при $p \leq 0,05$) меньше, чем у деревьев на ПП2. Как было указано выше, это свидетельствует о том, что при значительном отпаде деревьев ряды культур на дражных отвалах оказались более разреженными. Поэтому происходил усиленный рост деревьев всех классов роста по толщине ствола, что отразилось в более низких величинах относительной высоты. В целом такие показатели свидетельствуют о меньшей интенсивности процессов внутривидовой конкуренции в рядах лесных культур, выраженных в относительной высоте, как показатели напряженности роста, на ПП1 даже у деревьев III–V классов роста, чем у деревьев III–V классов роста на ПП2.

Как на ПП1, так и на ПП2 в течение периода функционирования лесокультурной площади происходили процессы естественного возобновления за счет деревьев-обсеменителей из прилегающих участков леса (табл. 3, рис. 3, 4).

Естественное возобновление на ПП1 и ПП2 встречалось преимущественно только в междурядьях (табл. 4). Его численность в целом оказалась небольшой — чуть более 1 тыс. шт./га. Однако причины, ограничивающие заселение в результате естественного возобновления древесных видов на ПП1 и ПП2, оказались различными.

Т а б л и ц а 2

Биометрические показатели лесных культур на пробных площадях по классам роста в высоту

Biometric indicators of forest plantations at the SP by height classes

Номер пробной площади	Класс роста	Показатель		
		$D_{0,5H}$, см	$H_{\text{ств.}}$, см	$H/D_{0,5H}$
ПП1	I	$8,1 \pm 0,60$	$533,8 \pm 16,60$	$66,9 \pm 4,23$
	II	$5,9 \pm 0,18$	$446,5 \pm 3,51$	$75,7 \pm 1,91$
	III	$4,8 \pm 0,17$	$383,8 \pm 3,43$	$80,0 \pm 3,22$
	IV	$3,7 \pm 0,13$	$297,6 \pm 3,56$	$80,4 \pm 2,29$
	V	$2,7 \pm 0,07$	$230,4 \pm 6,79$	$85,3 \pm 2,90$
ПП2	I	$5,6 \pm 0,16$	$511,3 \pm 6,41$	$91,3 \pm 3,29$
	II	$4,9 \pm 0,12$	$451,5 \pm 3,33$	$92,1 \pm 1,97$
	III	$4,1 \pm 0,11$	$385,2 \pm 2,91$	$94,0 \pm 2,76$
	IV	$3,1 \pm 0,06$	$319,6 \pm 4,26$	$103,1 \pm 1,76$
	V	$2,3 \pm 0,10$	$248,4 \pm 10,89$	$108,1 \pm 7,79$

Т а б л и ц а 3

Естественное возобновление древесных пород на пробных площадях

Natural regeneration of tree species at the SP

Номер пробной площади	Древесная порода	Количество экземпляров, шт./га	Показатель, $M \pm m$	
			$D_{0,5H}$, см	$H_{\text{ств.}}$, см
ПП1	Ель	415	$1,5 \pm 0,32$	$150,0 \pm 14,53$
	Лиственница	112	$1,7 \pm 0,22$	$205,0 \pm 20,00$
	Сосна	712	$1,8 \pm 0,17$	$162,6 \pm 8,25$
	Всего	1239	—	—
ПП2	Береза	336	$1,3 \pm 0,62$	$196,5 \pm 23,14$
	Осина	201	$1,5 \pm 0,52$	$175,8 \pm 20,40$
	Лиственница	168	$1,5 \pm 1,17$	$279,6 \pm 64,19$
	Сосна	403	$1,1 \pm 0,36$	$198,5 \pm 14,33$
	Всего	1108	—	—

Как видно из табл. 4, проективное покрытие живого напочвенного покрова (ЖНП) в междурядьях на ПП1 неравномерное и по размерам значительно меньше, чем на ПП2. По всей видимости, заселение в результате естественного



Рис. 3. Естественное возобновление на ПП1
Fig 3. Natural regeneration at SP1



Рис. 4. Естественное возобновление на ПП2
Fig. 4. Natural regeneration at the SP2

Т а б л и ц а 4

Общие характеристики живого напочвенного покрова на пробных площадях

General characteristics of the living ground cover at the SP

Номер пробной площади	Проективное покрытие, %	Высота травостоя, см	Размещение на площади	Основные виды
ПП1	40...50	5...75	Контагиозное (пятнами)	Мать-и-мачеха (<i>Tussilago farfara</i> L.), вейники (<i>Calamagrostis</i> spp.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.)
ПП2	90...100	75...150	Равномерное	Кипрей узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.), вейники (<i>Calamagrostis</i> spp.), малина (<i>Rubus idaeus</i> L.)

возобновления в данном случае ограничивалось неблагоприятными почвенными условиями даже на участках, свободных от ЖНП. На повышенную кислотность почвогрунта указывает распространение такого рудерального для лесных условий вида, как мать-и-мачеха, а также хвоща лесного.

На ПП2 заселение в результате естественного возобновления древесных пород ограничивалось прежде всего мощным развитием ЖНП.

Отмечалось также различие в породном составе естественного возобновления. На ПП1 отсутствовало возобновление лиственных пород, хотя в работе [3] было показано первоочередное естественное заселение дражных отвалов именно лиственными породами. В свою очередь, на ПП2, где отмечено возобновление лиственных пород, в составе естественного возобновления отсутствовала ель.

Следует отметить, что постепенные процессы заселения в результате естественного возобновления древесных пород происходят на обеих ПП.

Выводы

Опыт создания лесных культур сосны на дражных отвалах в целом дал положительные резуль-

таты. Формирование искусственного древостоя на дражных отвалах в условиях сосняка мшисто-черничникового с темнохвойным ярусом в целом соответствовало формированию подобных древостоев на вырубке-гари в том же типе леса. Недостатком лесных культур сосны на дражных отвалах можно считать повышенный отпад высаженных растений по сравнению с аналогичными культурами на вырубке-гари. Тем не менее посадка культур с небольшими размерами междурядий оказала положительный противоэрозионный эффект и позволила в довольно сжатые сроки создать благоприятную среду для формирования естественного возобновления хвойных пород и ускоренного развития ЖНП. Процесс формирования ЖНП, в том числе заселения присущих данному типу леса видов травянистых растений, тем не менее будет проходить еще довольно продолжительное время. Таким образом, несмотря на положительный опыт искусственного восстановления дражных отвалов путем посадки лесных культур сосны для достижения большего положительного эффекта, на наш взгляд, необходимо проведение предварительной рекультивации для улучшения физико-механических свойств почвогрунта.

Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

Список литературы

- [1] Указ Президента Российской Федерации от 19.04.17 г. № 176 О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года от 16 апреля 2017 года № 176. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420396664> (дата обращения 18.02.2022).
- [2] Капелькина Л.П. О естественном зарастании и рекультивации нарушенных земель Севера // Успехи современного естествознания, 2012. № 1 (ч. 1). С. 98–102.
- [3] Низкий С.Е. Самовосстановление фитоценоза на участках золотодобычи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2009. Вып. 7(57). С. 36–40.
- [4] Дегтева С.В. Особенности восстановления растительности на отвалах отработанных россыпей Приполярного Урала // Теоретическая и прикладная экология, 2021. № 3. С. 79–89.
DOI: 1025750/1995-4301-2021-3-080-089
- [5] Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений. М.: Горная книга, 2007. 906 с.
- [6] Алешичев А.Н. Лесовосстановление и лесовозобновление после золотодобычи в Зейском районе Амурской области // Вестник КрасГАУ, 2011. № 3. С. 102–105.
- [7] Яборов В.Т. Самозарастание техногенных отвалов Уруша-Ольдойского золоторассыпного узла в Приамурье // ИзВУЗ Лесной журнал, 2011. № 5. С. 41–46.
- [8] Денисов Н.И., Саранчук А.П., Суворов А.В. Естественное восстановление растительности на Лучегорской техногенной депрессии (Приморский край) // Успехи современного естествознания, 2016. № 6. С. 80–86.
- [9] Korentajer A. A review of agricultural use of sewage sludge benefits and potential hazards // Water S. Air. 1991, v. 17, no. 3. pp. 189–196.
- [10] Logan T.J., Burnham J.C. The N-Viroprocess: an advanced technology to convert sewage sludge into a soil product // Amer. Soc. Agron. Annu. Meet, 1993, p. 321.
- [11] Ивакина Е.В., Осипов С.В. Естественное и искусственное лесовосстановление в горнопромышленных ландшафтах Дальнего Востока России // Сибирский лесной журнал, 2016. № 7. С. 6–21.
- [12] Исаева Р.П. Рекомендации по ведению лесного хозяйства на зонально-типологической основе в лесах Свердловской области. М.: Изд-во ВНИИЛМ, 1984. 56 с.
- [13] Кувшинова Н.В. Климат // Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. С. 88–117.
- [14] Гафуров Ф.Г. Почвы Свердловской области. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2008. 386 с.
- [15] Борисевич Д.В. Рельеф и геологическое строение // Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. С. 25–70.
- [16] Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1974. 176 с.
- [17] Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.
- [18] Моисеев В.С., Самойлович Г.Г. Методические указания к таксации молодняков и полога насаждений. Л.: ЛТА, 1968. 102 с.
- [19] Моисеев В.С. Таксация молодняков. Л.: ЛТА, 1971. 344 с.
- [20] Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Л.: Наука, 1983. 247 с.
- [21] Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.
- [22] Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесная пром-сть, 1984. 166 с.
- [23] Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae). М.: Наука, 1973. 284 с.
- [24] Benson L., K. Shephera Effect of nursery practice on Pinus radiata seedling characteristics and field performance // J. Nursery seedbed density. N.Z.J. Forest Sci., 1976, no 1, pp. 19–26.
- [25] Физиология сосны обыкновенной / под ред. Г.М. Лисовского. Новосибирск: Наука, 1990. 248 с.
- [26] Романов Е.М. Выращивание сеянцев древесных растений: биоэкологические и агротехнологические аспекты. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2000. 500 с.
- [27] Соловьев В.М. Морфология насаждений. Екатеринбург: Изд-во УГЛТА, 2001. 155 с.

Сведения об авторе

Ермакова Мария Викторовна — д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. Ботанического сада УрО РАН, M58_07@mail.ru

Поступила в редакцию 10.06.2022.

Одобрено после рецензирования 20.09.2022.

Принята к публикации 26.09.2022.

PINE CULTURES GROWTH AND FORMATION DURING RECLAMATION OF SEWAGE SLUDGE

M.V. Ermakova

Botanical Garden of the Ural Branch of the RAS, 202a, 8 Marta st., 620144, Yekaterinburg, Russia

M58_07@mail.ru

The results of studying the parameters of 12-year-old Scotch pine cultures, created by planting along the furrows on sewage sludge and on felling-slash areas, are considered. The cultures were established on plots in the pine forest type with a dark coniferous mossy-bilberry layer. It has been established that the survival rate of plants on drag dumps turned out to be almost 16 % less than in felling-slash for forest plantations on sewage sludge. There were no significant differences in significant differences between pine crops on sewage sludge and felling-slash areas in terms of average diameter and height of the trunk. There were no significant differences in significant differences between pine crops on sewage sludge and felling-slash areas in terms of average diameter and height of the trunk. There were no fundamental differences in the distribution of trees by growth classes between crops on sewage sludge and on felling-slash areas. It has been established that pine trees of I and II rank growth classes on sewage sludge are significantly larger in diameter than trees on felling-slash areas. There were no significant differences in the height of the tree trunk by growth classes between the trees on the sewage sludge and the felling-slash area. The relative height of the trees on the sewage sludge was significantly lower than that of the trees on the felling-slash area. This indicates that, with a significant loss of trees, the rows of crops on the sewage sludge turned out to be of a less density, which ensured the enhanced growth of trees of all growth classes along the thickness of the trunk. The natural renewal of tree species on the sewage sludge was 1,2, and in the felling-slash 1,1 thousand trees per 1 ha. As part of the natural renewal on the sewage sludge, only coniferous species are represented, on the felling-slash area — deciduous and coniferous species. The projective cover of the living ground cover on the sewage sludge was uneven and amounted to 40...50 %, and reached 100 % in the felling-slash. The results obtained indicate the need for preliminary reclamation to improve the physical and mechanical properties of the soil.

Keywords: sewage sludge, Scotch pine, forest plantation

Suggested citation: Ermakova M.V. *Rost i formirovanie kul'tur sosny pri rekul'tivatsii drazhnykh otvalov* [Pine cultures growth and formation during reclamation of sewage sludge]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 6, pp. 33–40. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-6-33-40

References

- [1] *Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 19.04.17 g. № 1760 Strategii ekologicheskoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda ot 16 aprelya 2017 goda № 176*. [Decree of the President of the Russian Federation of April 19, 2017 No. 176 On the Environmental Security Strategy of the Russian Federation for the period up to 2025 of April 16, 2017 No. 176]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420396664> (accessed 18.02. 2022).
- [2] Kapel'kina L.P. *O estestvennom zarastanii i rekul'tivatsii narushennykh zemel' Severa* [On natural overgrowth and reclamation of disturbed lands in the North]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2012, no. 1 (ch. 1), pp. 98–102.
- [3] Nizkiy S.E. *Samovosstanovlenie fitotsenoza na uchastkakh zolotodobychi* [Self-healing of phytocenosis in gold mining areas]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2009, v. 7(57), pp. 36–40.
- [4] Degteva S.V. *Osobennosti vosstanovleniya rastitel'nosti na otvalakh otrabotannykh rossyepy Pripolyarnogo Urala* [Peculiarities of Vegetation Restoration on Waste Dumps in the Subpolar Urals]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and applied ecology], 2021, no. 3, pp. 79–89
- [5] Leshkov V.G. *Razrabotka rossyepnykh mestorozhdeniy* [Development of alluvial deposits] Moscow: Gornaya kniga, 2007, 906 p.
- [6] Aleshichev A.N. *Lesovosstanovlenie i lesovozobnovlenie posle zolotodobychi v Zeyskom rayone Amurskoy oblasti* [Reforestation and reforestation after gold mining in the Zeya district of the Amur region]. *Vestnik KraSGAU*, 2011, no. 3, pp. 102–105.
- [7] Yaborov V.T. *Samozarastanie tekhnogenykh otvalov Urusha-Ol'doyskogo zolotorassypnogo uzla v Priamur'e* [Self-overgrowing of technogenic dumps of the Urusha-Oldoisky gold placer in the Amur region]. *Lesnoy Zhurnal* (Russian Forestry Journal), 2011, no. 5, pp. 41–46
- [8] Denisov N.I., Saranchuk A.P., Suvorov A.V. *Estestvennoe vosstanovlenie rastitel'nosti na Luchegorskoj tekhnogennoy depressii (Primorskiy kray)* [Natural restoration of vegetation on the Luchegorsk technogenic depression (Primorsky Territory)]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural sciences], 2016, no. 6, pp. 80–86.
- [9] Korentajer A. A review of agricultural use of sewage sludge benefits and potential hazards. *Water S. Air*. 1991, v. 17, no. 3, pp. 189–196.
- [10] Logan T.J., Burnham J.C. The N-Viroprocess: an advanced technology to convert sewage sludge into a soil product. *Amer. Soc. Agron. Annu. Meet*, 1993, p. 321.
- [11] Ivakina E.V., Osipov S.V. *Estestvennoe i iskusstvennoe lesovosstanovlenie v gornopromyshlennykh landshaftakh Dal'nego Vostoka Rossii* [Natural and artificial reforestation in the mining landscapes of the Russian Far East]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forest Journal], 2016, no. 7, pp. 6–21.
- [12] Isaeva R.P. *Rekomendatsii po vedeniyu lesnogo khozyaystva na zonal'no-tipologicheskoy osnove v lesakh Sverdlovskoy oblasti* [Recommendations for forest management on a zonal-typological basis in the forests of the Sverdlovsk region]. Moscow: VNIILM, 1984, 56 p.
- [13] Kuvshinova N.V. *Klimat* [Climate]. Ural i Priural'ye [Urals and the Transurals]. Moscow: Nauka, 1968, pp. 88–117.

- [14] Gafurov F.G. *Pochvy Sverdlovskoy oblasti* [Soils of the Sverdlovsk region]. Yekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo universiteta, 2008, 386 p.
- [15] Borisevich D.V. *Rel'ef i geologicheskoe stroenie* [Relief and geological structure]. Ural i Priural'ye [Urals and the Transurals]. Moscow: Nauka, 1968, pp. 25–70.
- [16] Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti* [Forest conditions and types of forests in the Sverdlovsk region]. Sverdlovsk: UNTS AN SSSR, 1974, 176 p.
- [17] Pobedinskiy A.V. *Izuchenie lesovosstanovitel'nykh protsessov* [Study of reforestation processes]. Moscow: Nauka, 1966, 64 p.
- [18] Moiseev V.S., Samoylovich G.G. *Metodicheskie ukazaniya k taksatsii molodnyakov i pologa nasazhdeniy* [Guidelines for the census of young stands and the canopy of forest]. Leningrad: LTA, 1968, 102 p.
- [19] Moiseev V.S. *Taksatsiya molodnyakov* [Census of Young Animals]. Leningrad: LTA, 1971, 344 p.
- [20] Vasilevich V.I. *Ocherki teoreticheskoy fitotsenologii* [Essays on theoretical phytocenology]. Leningrad: Nauka, 1983, 247 p.
- [21] Vysotskiy K.K. *Zakonomernosti stroeniya smeshannykh drevostoev* [Patterns of the structure of mixed forest stands]. Moscow: Goslesbumizdat, 1962, 178 p.
- [22] Maslakov E.L. *Formirovanie sosnovykh molodnyakov* [Formation of young pine forests]. Moscow: Lesnaya pro-st' [Forest industry], 1984, 166 p.
- [23] Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva Pinaceae)* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of the Pinaceae family)]. Moscow: Nauka, 1973, 284 p.
- [24] Benson L., Shephera K. Effect of nursery practice on *Pinus radiata* seedling characteristics and field performance. *J. Nursery seedbed density*. N.Z.J. Forest Sci., 1976, no. 1, pp. 19–26.
- [25] *Fiziologiya sosny obyknovennoy* [Physiology of Scots pine]. Ed. G.M. Lisovskiy. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-niye., 1990, 248 p.
- [26] Romanov E.M. *Vyrashchivanie seyantsev drevesnykh rasteniy: bioekologicheskie i agrotekhnologicheskie aspekty* [Growing Seedlings of Woody Plants: Bioecological and Agrotechnological Aspects: Scientific Edition], Yoshkar-Ola: MarGTU, 2000, 500 p.
- [27] Solov'ev V.M. *Morfologiya nasazhdeniy* [Forest morphology], Yekaterinburg: UGLTA, 2001, 155 p.

The work was carried out within the framework of the state task of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Author's information

Ermakova Mariya Viktorovna — Dr. Sci. (Agriculture), Leading researcher of Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden, M58_07E@mail.ru

Received 10.06.2022.

Approved after review 20.09.2022.

Accepted for publication 26.09.2022.